

# 基于城市轨道交通网络正线重大事故和故障快速处置的救援信息系统

陈依新

(上海地铁第四运营有限公司, 200070, 上海//正高级经济师, 高级工程师)

**摘要** 分析了城市轨道交通超大网络正线在高峰时段发生重大故障时效率低下的原因, 提出采用研发正线重大事故和故障快速处置的救援信息系统, 供抢险人员实时掌握信息, 提高抢险作业效率。介绍了该系统各界面模块的主要功能, 以弓网缠绕事故正线区间救援为例, 阐述了该救援信息系统的应用过程。

**关键词** 城市轨道交通; 运营救援; 信息系统

**中图分类号** U231<sup>+</sup>.92; U298.6

**DOI**: 10.16037/j.1007-869x.2021.12.018

## Rescue Information System Based on Urban Rail Transit Network Main Line Rapid Disposal of Major Accidents and Failures

CHEN Yixin

**Abstract** The reasons why urban rail transit super-large network main line demonstrates low efficiency when major failures occur during rush hour are analyzed. It is proposed to adopt the developed rescue information system for the rapid disposal of major accidents and failures on the main line, providing rescuers with real-time information thus improving rescue operation efficiency. The main functionality of each interface module of the system are introduced. Application process of the rescue information system is illustrated by taking the main line interval rescue of pantograph-catenary winding accident as an example.

**Key words** urban rail transit; operation rescue; information system

**Author's address** Shanghai No.4 Metro Operation Co., Ltd., 200070, Shanghai, China

上海轨道交通的运营风险管控机制已基本建立, 实现了运营安全质量指标“国内领先、国际一流”的目标<sup>[1]</sup>。

运营管理水平最主要体现在对正线重大故障的排除能力<sup>[2]</sup>。在高峰时段, 正线如发生清客救援、弓网冲突、轮轨冲突、异物侵限、道岔故障、道床

积水、断轨、触网断电、区间火灾等重大事故和故障, 一旦抢险救援时间过长, 就会造成重大社会影响。上海轨道交通现有的运营体制和组织结构较完善, 其车站现场、运营调度及维保等专业按照相关安全文件的规定, 各司其职, 层层把关, 虽有效阻止了次生事故的发生, 却也影响了进入区间抢险作业的效率, 容易造成运营秩序的紊乱, 使负效应通过新媒体迅速传播, 成倍放大。可见, 对于运营安全和效率如何平衡, 有必要重新考量加以解决。

## 1 运营安全与效率的考量

一旦发生正线重大故障或事故, 如司机先期无法单独处置, 则需要更多专业支援。从以往经验来看, 抢险人员到达现场后, 有序组织要占用一定时间; 电话及手机线路经常占用(现在有微信作临时替代), 造成互相联系和指挥困难; 不同层级的指挥员先后赶到, 需及时更新指挥员信息, 防止多头发令; 受组织体制限制, 具体的设施设备工况(如接触网是否已经断电等)可能需向其他公司询问, 反复确认, 从而延误时间; 抢险人员进入及撤离故障区间均需反复清点核实人数。由此可见, 应急处置效率较低。

在2016—2020年期间, 上海轨道交通网络共启动重大故障事故处置预警23起(其中2016年2起, 2017年1起, 2018年8起, 2019年7起, 2020年5起), 预警持续时间平均超过2 h, 最短持续时间也超过30 min<sup>[3]</sup>。

经上海申通地铁集团有限公司统计, 工作日早高峰时段的安全风险较为突出; 2016—2020年的23起需要立即处置的重大事故或故障中, 03:00—08:00时段发布的处置预警共计14件, 占预警总数的61%。在施工结束至巡道车运行开始阶段, 发生故障和突发事故后的抢修处置时间有限, 因而风险较大, 有必要对安全和效率重新进行权衡。

## 2 改善和解决问题的途径

### 2.1 运营高峰和低谷时段的处置差异

对于高峰时段发生的预警,在基本安全得到保证的前提下,处置应更偏向效率,应尽量在最短时间恢复正线运营。对于低谷时段发生的预警,处置应更偏向安全,可以反复仔细确认安全条件。

### 2.2 救援信息系统

研发正线重大事故和故障快速处置的救援信息系统(以下简称“救援信息系统”)。其使用方包括:运营公司及各车站、维保公司及专业分公司、OCC(线路运营控制中心)、COCC(网络运营控制中心)及上级相关业务部门。救援信息系统还预留了公安部门及消防部门接口。

## 3 救援信息系统的主要功能

一旦 OCC 启动预警,救援信息系统立即被激活

并声光报警,进入线路的抢险人员和相关流动工作人员手持可视智能终端无线数字对讲机(以下称为“智能终端”)。该智能终端应对所有类型的重大正线故障和事故处置适用。使用该智能终端,可实现对进出区间人员的信息登记、存储和读取,进行人脸识别和手机号码对应,自动位置定位,时间自动记录;可视频录制与上传;可对故障或事故进行文字或语音描述、照片上传。智能终端还可显示正线区段触网断送电审批执行状态、救援区段行车管控信息、实时设施设备工况显示和更新、抢险资源和工器具信息(如使用智能工具箱)。通过智能终端,可对抢险人员进出区间开展线上快速申请及审批。对于连挂救援等在线申请,其审批流程均可通过智能终端线上办理。所有参与方可同时在救援信息系统中快速获取实时实地信息,进而判断、决策及处置。救援信息系统各参与方的界面显示模块主要功能见表 1。

表 1 各参与方的界面显示模块主要功能描述  
Tab. 1 Main function description of each participant's interface display module

| 参与方        | 界面显示模块主要功能描述   |
|------------|--|
| COCC       | 待机和故障预警发布,声光激活功能;各类预案录入/调出;故障综合信息滚动内部发布;抢险对讲机信道;COCC 抢险负责人信息;社会发布信息;公交短驳联动;其他  |
| OCC        | 接收预警声光报警;各类抢险令复示;站控令复示(如有);OCC 抢险负责人信息;对讲机信道;进路排列/出清信息;设备设施实时工况;其他   |
| 运营公司及车站    | 接收预警声光报警;车站令复示;运营公司及车站负责人信息,涉事区间坡度信息;端头门门控接收预警激活;端头门门控人脸识别与门禁联动;抢险工器具信息;故障和抢险信息报告;进入正线区间人员的申请审批终端线上流程,出入口管控;客流管控;进出口闸机工况;乘客医护救治,其他   |
| 维保公司各专业分公司 | 车辆专业接收预警声光报警;车辆负责人信息;抢险车出动信息;进入区间人员终端申请和审批;故障和抢险信息实时报告;DCC 接收预警和工程车出动申请;工程车司机及其他人员进入区间终端申请和审批;列车工况信息报告;其他<br>供电专业接收预警声光报警;供电负责人信息;抢险车出动信息;特种作业工器具信息;进入区间人员终端申请和审批;故障和抢险信息报告;对讲机信道;区间断送电信息;设备设施实时工况报告;其他<br>通号专业接收预警声光报警;通号负责人信息;抢险车出动信息;进入区间人员终端申请和审批;故障和抢险信息报告;对讲机信道;设备设施实时工况报告;其他<br>工务专业接收预警声光报警;工务负责人信息;抢险车出动信息;工器具信息;进入区间人员终端申请和审批;故障和抢险信息报告;对讲机信道;设备设施实时工况报告;限速信息;排水堵漏信息;其他<br>其他专业预留待开发 |
| 消防部门       | 预留待开发  |
| 公安部门       | 预留待开发  |
| 实时综合信息汇总   | 经 OCC 或 COCC 汇总编辑发布的抢险综合信息;现场各层级指挥员名单  |
| 内置功能       | 时钟和时间记录;双向语音通话;5G 个人定位;照片上传、备份和删除;人脸识别;救援信息系统及终端信息记录   |

不同于以往多个单位各自按需求研发软件的做法,救援信息系统由所有运营救援相关部门根据所提需求通力合作,打通接口瓶颈,为实现信息发布、交互而整合需求进行统一研发。

救援信息系统本质为辅助信息交互系统,可对供电系统及信号系统等运营中的封闭安全信息系统中的某些信息复示,并不会影响其封闭信息系统

的安全。救援信息系统的开发需求和使用条件还可再扩展,可应用于全自动无人驾驶线路的地铁车辆基地。

## 4 救援信息系统的应用案例

以“弓网缠绕事故正线区间救援”为例,阐述救援信息系统的应用过程及效果。

发生弓网缠绕事故后,OCC发布处置预警,使用救援信息系统发布救援令,智能终端和事故车站的端头门控制器接收到相关预警并发出声光报警,救援信息系统调出事先录入的此类事故处置预案。

各方援救人员携带智能终端和抢险器材到达故障区段的临近车站站台,使用手持终端点击激活事先录入的个人信息,确认对讲机信道、抢险职位及携带的工器具等信息,并根据现场情况初步判断事故类型。

OCC及时更新现场人员名单、指挥员姓名,发令由OCC管控行车并在救援信息系统发布,发令车站人员调亮区间照明。

COCC在网站、微信、短信及电视等渠道发布故障造成运营延误信息,并引导站内乘客分流出站。

OCC发令,行车调度人员出清故障区间,进行区间管控,并在救援信息系统显示管控工况。

在现场指挥者的命令下,各单位抢险人员在智能终端在线申请进入区间,请求车站审核批准。

OCC通过列车车载电话或司机对讲机,要求故障列车司机组织乘客通过端头逃生门或车厢侧门、沿道床或隧道检修(消防)平台撤离列车,疏散到就近车站站台。

COCC令车站启动地面公交接驳支援预案。

OCC令电力调度人员使故障区间接触网停电,并在救援信息系统显示工况。

OCC令车站组织已激活个人信息的各专业维保人员,由车站抢险负责人审核批准,在终端界面点击批准人员放行,并通过站台端头门控制器感应识别(眨眼或张嘴)后进入区间,救援信息系统同步显示进入人员的数量及相关信息。

所有进入区间的人员均在救援信息系统上显示其位置信息,当现场人员拍摄故障照片上传后,由后台确认事故类型并发出救援命令。

车辆专业与供电专业的抢险人员快速处置事故的过程包括:触网验电、挂设接地棒、解除弓网缠绕、切割损坏受电弓及修复受损触网等,每一步骤处置完毕均上报OCC,并由OCC在救援信息系统发布。

车辆专业人员如判断列车需地铁基地内燃机车出动,救援连挂,则通过手持终端在线上向OCC提出申请。

此时,车辆基地调度员已通过救援信息系统提前获悉现场情况并已热备内燃机车,做好发车准备,内燃机车位置信息、驾驶员及随车人员信息也

在救援信息系统上登录激活。

OCC调整运营行车组织,安排进路,令内燃机车动车到指定地点,使之连挂事故列车。连挂列车报经OCC批准后由人工驾驶回库;拆除接地线后,OCC令供电专业人员为接触网送电,并由供电救援人员验电完毕。以上每一步骤均报OCC,并由OCC在救援信息系统发布。

OCC在救援信息系统中令(可采用声光方式)所有区间内人员撤离,返回站台。

各到达站台人员在智能终端点击“已撤离区间”;OCC和车站的负责人通过救援信息系统显示的人员地理位置信息和数量进行确认,各单位组织现场清点确认。经多重确认,进入人数和撤离人数一致,则区间人员撤离完毕。

放回智能工具箱的工器具与救援信息系统之前显示信息一致,其它工器具定置确认,则工器具检查完毕。

OCC在救援信息系统中发布救援结束信息,解除预警信息,并逐步恢复全线运营秩序,救援过程中的所有信息均自动记录并保存备份。至此,此次救援行动结束,救援信息系统重新进入待激活模式。

## 5 结语

在面对重大救援工作时,联动系统庞大复杂,不仅要求各职能部门分工明确,各定其位、各司其职、各履其责,还要求信息畅通,才能使救援工作运转自如。研发此系统有助于在保证安全的前提下提高正线重大救援的效率。

## 参考文献

- [1] 应名洪.城市轨道交通网络化建设与运营[M].北京:中国铁道出版社,2007.  
YING Minghong. Construction and operation of networks in urban rail transit [M]. Beijing: China Railway Publishing House,2007.
- [2] 赵惠祥,余世昌.城市轨道交通系统的安全性与可靠性[J].城市轨道交通研究,2006(1):7.  
ZHAO Huixiang, YU Shichang. Safety and reliability of urban mass transit system[J]. Urban Mass Transit,2006(1):7.
- [3] 中国城市轨道交通协会.城市轨道交通网络化顶层管理构架体系研究[M].上海:上海文化出版社,2018.  
China Association of Metros. Research on networked top-level management framework system of urban rail transit[J]. Shanghai: Shanghai Culture Publishing House,2018.

(收稿日期:2020-01-28)